

Экспедиционные исследования характеристик ионизации приземной атмосферы в период летних экспедиций на Цимлянской научной станции ИФА

Болдырева Виктория Александровна

Купинская Анна Игоревна

Южный федеральный университет

Петрова Галина Григорьевна, к.ф.-м.н.

georgpu@rambler.ru

Электрические процессы в приземной атмосфере отличаются многофакторностью, что осложняет их исследование. Анализ экспериментальных данных позволяет выявить среди множества действующих факторов те, которые выступают в качестве основных в различных физико-географических условиях. Это способствует более глубокому пониманию атмосферно-электрических процессов и, в частности, помогает созданию их адекватных математических моделей.

Ионизационный режим приземной атмосферы определяется совокупным влиянием ионизаторов и факторов, способствующих пропаданию и старению атмосферных ионов. Пропадание ионов связано с взаимным уничтожением положительно и отрицательно заряженных частиц. Старение ионов – результат их эволюции. Молекулярный ион, образовавшийся в результате действия ионизатора, за время порядка 10^{-7} секунды, присоединяет к себе поляризованные молекулы газов, входящих в состав воздуха, особенно активно – молекулы водяного пара в силу их полярной природы. Вследствие этого образуется комплекс молекул, несущий один элементарный заряд, известный в физике атмосферы как комплексный, или лёгкий, ион. В дальнейшем на этой частице может конденсироваться вещество, что приводит к дальнейшему её укрупнению и снижению подвижности: формируется средний, или промежуточный ион. Наконец, адсорбция заряда лёгкого иона аэрозольной частицей приводит к исчезновению этого иона и возникновению тяжёлого иона с гораздо меньшей подвижностью, который является, по существу, заряженным аэрозолем. Для описанных процессов очень важным является присутствие в атмосфере примесей, газообразных и аэрозольных, а также естественных радиоактивных газов – изотопов радона.

Исследование влияния атмосферных примесей на электрическое состояние приземного слоя является одной из задач комплексных экспедиций лаборатории геофизических исследований Физического факультета Южного федерального университета (ЮФУ), которые в период августа 2014-2016 г.г. проводятся совместно с Институтом физики атмосферы им.А.М.Обухова (ИФА РАН) на Цимлянской научной станции (ЦНС) ИФА. Результаты этих летних экспедиций использованы в настоящей работе. Измерения в период экспедиций производились на обширном ровном поле на одной и той же площадке со скошенным травостоем непрерывно круглосуточно в течение 7-10 дней. При атмосферно-электрических и метеорологических измерениях использовались традиционные методы и широко известные в физике атмосферы приборы [1]. В почвенном газе и атмосфере измерялась объёмная активность ^{222}Rn , для чего использовался радон-монитор «AlphaGUARD PQ2000 PRO». Для измерения объёмной активности радона-222 в почвенном газе до глубины 1 метр применялись входящие в комплект «AlphaGUARD» внешние устройства: датчик почвенного газа «AlphaGUARD Soil GasUnit» и газовый электронный насос «AlphaPUMP». Полярные удельные электропроводности измерялись датчиком Литвинова, сконструированным по методу Гердиена. Для синхронизации измерений полярных электропроводностей и объёмной активности радона «AlphaGUARD» настраивался так, что осреднение объёмной активности радона по времени осуществляется датчиком для 10-минутных интервалов. Для этих же интервалов осреднялись значения полярных концентраций лёгких атмосферных ионов, которые регистрировались с помощью ионометра «Сапфир-3К», предназначенного для измерения концентраций ионов подвижности $k \geq 0,4 \cdot 10^{-4} \frac{\text{м}^2}{\text{В} \cdot \text{с}}$. В экспедициях 2014 и 2015 г.г. производилась

также регистрация концентрации аэрозолей счетчиком АЗ-10 в шести размерных диапазонах (мкм): 0,3-0,4; 0,4-0,5; 0,5-1,0; 1,0-2,0; 2,0-5,0; > 5,0. Для анализа использованы результаты измерений на высоте 1 метр.

Обнаружено, что для сравнительно низкого содержания радона в воздухе полярные электропроводности в пункте наблюдений, осреднённые для массива 10-минутных значений, который получен за 53 часа наблюдений в августе 2016 года, отнюдь не представляются низкими (см. таблицу). Средние значения полярных концентраций лёгких ионов типичны для удалённых от источников атмосферных загрязнений сельских местностей. Коэффициенты униполярности – отношение положительной электропроводности (или концентрации ионов) к отрицательной – несколько больше единицы, что обусловлено электродным эффектом земной поверхности. Одновременные измерения полярных удельных электропроводностей и концентраций ионов позволили оценить значения подвижности лёгких ионов, исходя из известного соотношения:

$$\lambda_{\pm} = n_{\pm} e k_{\pm} \quad (1)$$

Здесь и в таблице через λ обозначена удельная электропроводность, n - концентрация лёгких ионов, k - их подвижность, e - элементарный заряд.

	λ_-	λ_+	λ_+ / λ_-	n_-	n_+	n_+ / n_-	k_-	k_+	^{222}Rn Бк/м ³
	фСм/м			10 ⁹ м ⁻³			10 ⁻⁴ м ² /В·с		
Ср.значение	17,7	19,2	1,1	0,66	0,88	1,3	1,93	1,55	13
Ст.отклонение	4,1	4,6		0,27	0,35		0,66	8	9

Как видно, подвижность отрицательных ионов в целом выше, чем у положительных. Регрессионный анализ обнаруживает тенденцию к снижению подвижности лёгких ионов с ростом относительной влажности, более значительное для отрицательных ионов. Можно предположить, что первично образовавшиеся мономолекулярные положительные ионы имеют большое сродство к молекулам водяного пара, активно присоединяя их. Поэтому подвижность положительных лёгких ионов мало зависит от влажности, будучи более низкой в воздухе, содержащем влагу. Таким образом, очевидно, что значительные колебания влажности, характерные для приземной атмосферы, существенно влияют на её электрические характеристики.

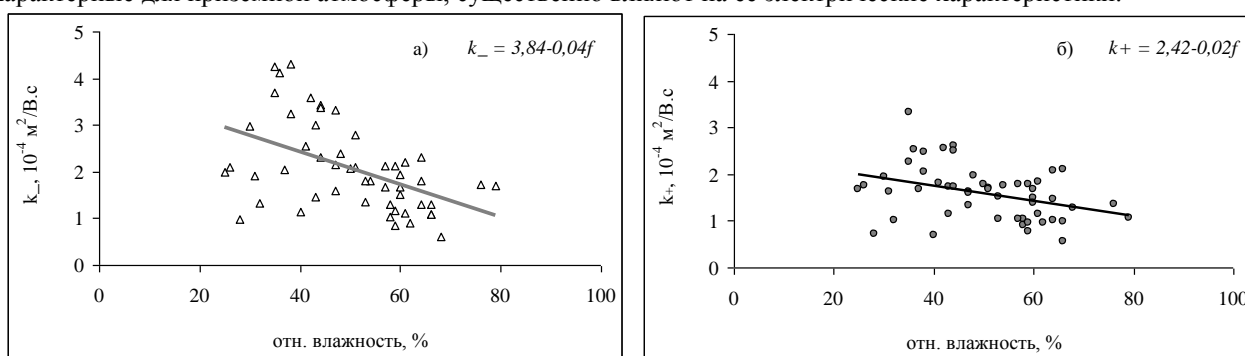


рис.1. Зависимость подвижности отрицательных (а) и положительных (б) лёгких ионов от влажности воздуха по данным экспедиционных измерений (август 2016, Цимлянская научная станция ИФА РАН)

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ), грант 16-05-00930 А.

Список публикаций:

[1] Петров А.И., Петрова Г.Г., Панчишкина И.Н., Кудринская Т.В., Петров Н.А. // Известия высших учебных заведений, Сев.- Кав. рег., Естест. Науки. 2010. №3. Стр. 47-52.

Особенности вариаций стратосферного озона в районах сильных землетрясений ($M > 7$) северного полушария

Дергунов Александр Владимирович

Сибирский федеральный университет

Институт инженерной физики и радиоэлектроники

Кашкин Валентин Борисович, д.т.н.

alexanderdergunov94@gmail.com

Природными катастрофами, которые приводят к человеческим жертвам и приносят огромный экономический ущерб территориям, являются землетрясения. Причинами их возникновения являются эндогенные процессы: быстрое смещение литосферных плит во время разрядки упругой деформации напряжённых пород в очаге землетрясения и, как следствие, разрывы в земной коре. Согласно геофизической классификации, по магнитуде землетрясения бывают трех типов: сильные (до $M=9,0$), слабые (до $M=7,0$) и микроземлетрясения (до $M=3,0$). Для классификации в качестве параметра используется также глубина возникновения. Землетрясения подразделяются на нормальные (глубина до 33-70 км), промежуточные (до 300 км) и глубокофокусные (свыше 300 км). В данной работе рассматривались сейсмические события, произошедшие в северном полушарии 17 августа 1999 г. в Турции (г. Измит 40,760° с.ш., 29,970° в.д.) и 12 мая 2008 г. в Китайской провинции Сычуань (31,002° с.ш., 103,322° в.д.) [1]. Эти землетрясения относятся к сильным ($M>7$) и к нормальным по глубине возникновения (13-19 км) от земной поверхности.